Aus der Abteilung für Zahnerhaltung (Leiter: Prof. Dr. A. Kröncke)
des Zahnärztlichen Institutes der Universität Tübingen
(Direktor: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich)

Klinisch experimentelle Untersuchungen über Perikymatien und deren Beziehungen zur individuellen Karieshäufigkeit

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Helga Traub
aus Köln

1964

7749

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung (Leiter: Prof. Dr. A. Kröncke)
des Zahnärztlichen Institutes der Universität Tübingen
(Direktor: Professor Dr. Dr. E. Fröhlich)

Klinisch experimentelle Untersuchungen über Perikymatien und deren Beziehungen zur individuellen Karieshäufigkeit

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Helga T r a u b
aus Köln
1964

Dekan:	Professor Dr. H. Harms
1. Berichterstatter:	Professor Dr. A. Kröncke
2. Berichterstatter:	Professor Dr. Dr. E. Fröhlich

MEINEN ELTERN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547602_0096

An dieser Stelle erlaube ich mir,
Herrn Professor Dr. A. K r ö n c k e
für die Überlassung des Themas und
für seine Anleitung und fachlichen
Hinweise zu dieser Arbeit zu danken.

I N H A L T S Ü B E R S I C H T

		Seite
I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Literaturübersicht	3
III.	Material und Methodik	7
	1. Gerätbeschreibung	7
	2. Abdruckmethode	10
	3. Untersuchung auf Karies	12
	4. Vergleichende Untersuchungen	12
IV.	Ergebnisse	14
V.	Diskussion der Ergebnisse	21
VI.	Zusammenfassung	25
VII.	Schrifttum	27

I. Einleitung und Problemstellung

Bei der Betrachtung eines extrahierten Zahnes unter der Lupe zeigt sich, daß die Schmelzoberfläche von Wellenlinien überzogen wird. Diese Wellenlinien, seit Paul PREISWERK Perikymatien genannt, stehen in Verbindung mit den RETZIUS'schen Linien, die Streifen minderer Verkalkung des Schmelzes darstellen. Sie verlaufen schalenförmig um den Dentinkern und entstehen, wenn während der Zahnentwicklung eine Mineralisationspause eintritt. Nur ein kleiner Teil der RETZIUS'schen Linien verläuft parallel der Kontur des Zahnes. Der größte Teil endet frei an der Oberfläche. An der Mündung entsteht eine Mulde. Zwischen je zwei sich über die Zahnoberfläche erstreckenden Mulden liegt ein Wellenberg, der eine Perikymatie darstellt.

Aus der Form des Zahnes und aus den Eigenarten seiner Entwicklung ergibt sich, daß am Zahnhals mehr RETZIUS'sche Linien an die Oberfläche gelangen als auf der mittleren Fläche und an der Schneidekante. Somit ist zu verstehen, daß der Zahnhals die meisten Perikymatien aufweist.

Die RETZIUS'schen Streifen gehören zum normalen histologischen Bild des Zahnes. Sie treten besonders intensiv an den Zähnen auf, die unter Mineralisationsstörungen gelitten haben und schon äußerlich Hypoplasien aufweisen (W. MEYER).

Stark ausgeprägte RETZIUS'sche Streifen und Perikymatien gelten (als Ausdruck minderer Verkalkungszonen) wie alle Strukturveränderungen der Zähne als prädisponierende Faktoren für die Karies (HAASE, KRÖNCKE, ÜEBEL, 1961).

Nachfolgend soll deshalb untersucht werden, ob die Höhe der Perikymatien und ihre Entfernung voneinander, die individuell sehr unterschiedlich sind, mit der Karieshäufigkeit einzelner Personen in Zusammenhang zu bringen sind.

II. L i t e r a t u r ü b e r s i c h t

Die Perikymatien wurden bereits von L E E U W E N H O E K (1632-1723) beobachtet (W O L F) und 1908 von P R E I S-W E R K zum ersten Mal systematisch beschrieben: "Bei günstiger Beleuchtung erkennt man an der Oberfläche des Zahnes schon mit bloßem Auge die Schmelzwülstchen, Perikymatien, die horizontal in Form von Ringen um die Krone gelagert sind. Diese Perikymatien beginnen ganz dicht angeordnet am Zahnhals und finden sich, je mehr sie davon entfernt sind, in immer größer werdenden Abständen."

P R E I S W E R K beobachtete an Längsschliffen die schräg zur Oberfläche laufenden R E T Z I U S'schen Parallelstreifen und stellte fest, daß diese mit den Perikymatien in Verbindung stehen, und daß kein Parallelstreifen ohne "Querwülstchen" besteht.

1923 betrachtete P I C K E R I L L die Schmelzoberfläche unter dem Mikroskop, nachdem er in alle Rillen und Furchen Graphit eingerieben hatte. Er beobachtete, daß die Entfernung der Perikymatien voneinander unterschiedlich ist: am Zahnhals 0,01 mm, auf der Fläche 0,1 mm.

Ferner entwickelte er einen Apparat, den er Odontographen nannte. Er tastete damit die Schmelzoberfläche extrahierter Zähne aus und erhielt graphische Darstellungen der Perikymatien. Seiner Meinung nach sind die Perikymatien kein Kunstprodukt, da sie auch auf nicht durchgebrochenen Zähnen zu sehen sind.

P I C K E R I L L erkannte schon in den R E T Z I U S'-schen Streifen und den Perikymatien Mineralisationspausen und stellte die Hypothese auf, daß ein Zusammenhang zwischen Kariesanfälligkeit und Struktur der Perikymatien bestehe.

1938 gab E I S E N B E R G eine Beschreibung der Schmelzoberfläche nach Untersuchung unter dem Ultramikroskop. Er fand, daß die Perikymatien nur auf dem cervicalen und

incisalen Drittel zu finden seien, während sie im mittleren Drittel des Zahnes durch die Kautätigkeit abradiert wären (M A N N E R B E R G).

Es gab also bis dahin nur eine Methode, die Struktur der Schmelzoberfläche zu untersuchen: die Betrachtung im auffallenden Licht unter dem Mikroskop. Die Methode führte nicht zum Erfolg, weil sich die Strahlen in durchscheinenden, halbdurchsichtigen und nicht homogenen Substanzen brechen und auf allen strukturellen Bestandteilen gestreut werden. Die diffus reflektierten Strahlen machen das Bild des Oberflächenreliefs unscharf. Bei stärkerer Vergrößerung werden die Resultate immer schlechter (W O L F).

1940 entwickelte W O L F ein neues Darstellungsverfahren, die Adhäsionsreliefmethode. Er gab einen umfangreichen, zusammenhängenden Bericht über die Einzelheiten, die auf diese Weise sichbar gemacht werden konnten. Die Adhäsionsrelief - oder Replica - Methode gibt die Zahnoberfläche bis in feinste Einzelheiten wieder, und zwar bis an die Grenze der Auflösungsfähigkeit des Mikroskopes im durchfallenden Licht. Man hat außerdem die Möglichkeit, Untersuchungen in vivo durchzuführen.

Auf den Reliefbildern ist deutlich zu erkennen, daß die Perikymatien keine eigentlichen Wellen, sondern eher sich ziegelförmig deckende Schichten sind (vgl.Abb.7). Die apikalwärts gelegene Schicht scheint dabei die okklusalwärts gelegene zu überdecken. Weiterhin fand W O L F mit Hilfe dieser Methode, daß die Ränder der Schichten sehr unregelmäßig und mehr oder weniger gezähnt sind. Sie setzen sich, wie er schreibt, aus halbbogenförmigen, untereinander in verschiedenem Grade verschmolzenen Halbscheibchen, welche mit ihrer Konvexität zur Okklusalfläche gerichtet sind, zusammen.

1951 unternahmen P E D E R S E N und S C O T T vergleichende Untersuchungen der Schmelzoberflächen an bleibenden Zähnen von Alaska-Eskimos, Westgrönländern und

weissen Amerikanern. Sie benutzten die Replica-Methode und behandelten die Abdrücke zur besseren plastischen Darstellung mit Silber. Die Vergrößerungen wurden unter der binocularen Lupe und im Mikroskop beobachtet.

Bei den Alaska-Eskimos und den Westgrönländern fanden sie die Perikymatien ausgeprägter als bei den weißen Amerikanern. Der Verlust des Reliefs mit zunehmendem Alter wurde bei allen drei Gruppen in fast gleicher Geschwindigkeit festgestellt. An Hand der Abdrücke beobachteten die Autoren aber auch, daß die Faktoren, die die Kaufflächenabnutzung bewirken, nicht wesentlich zum Verschwinden des Oberflächenreliefs an den glatten Flächen beitragen. Sie nehmen an, daß das gehäufte Vorkommen von Oberflächenunregelmäßigkeiten bei den arktischen Bevölkerungsgruppen einem Einfluß während der Zahnentwicklung zuzuschreiben sei, der nicht erheblich ist.

In einer anderen Arbeit beschrieb S C O T T 1952, daß am Zahnhals ungefähr 30 und zur Schneide hin ungefähr 10 Perikymatien innerhalb 1 mm gezählt werden. Ferner sei das Verschwinden des Oberflächenreliefs abhängig von der Lokalisation. An den facialen und lingualen Flächen verschwinde es schneller als an den approximalen.

1960 berichtete M A N N E R B E R G , daß das Oberflächenrelief des Zahnes mit wachsendem Alter abnimmt. Dabei stellte er fest, daß es hauptsächlich auf die Intensität des Zahnputzens ankommt. Versuchspersonen, die sich ein- oder mehrmals am Tage die Zähne bürsten, zeigten weniger Perikymatien als diejenigen, die nie ihre Zähne putzen.

Beim Initialstadium der Karies geht die Wellenbildung in dem betroffenen Gebiet entweder ganz verloren, oder sie ist nur noch andeutungsweise zu sehen (H E U S E R 1952). Da die Unregelmäßigkeiten der Zahnoberfläche, wozu auch die Perikymatien gerechnet werden können, kariesdisponierende Bedeutung haben (H E U S E R 1961), taucht die Frage auf, ob die Höhe der Perikymatien wie auch ihre Anzahl in Beziehung zur Karieshäufikeit (als Ausdruck

der Kariesanfälligkeit) einzelner Personen stehen. Diese beiden Fragen sollen nachfolgend untersucht werden.

Manche Autoren bezeichnen als Perikymatien die Wellenberge (P R E I S W E R K 1908, W O L F 1940, Ó R B A N 1957) andere die Wellentäler (S C O T T 1952). Im Nachfolgenden ist Perikymatie stets gleichbedeutend mit Wellenberg.

III. Material und Methoden

1. Gerätbeschreibung

Zur Darstellung der Oberflächeneigenheiten wird die Rauhtiefenmessung angewandt. Hierfür wird der Profilograph Type 5.814 nach Dr. Förster - Reutlingen benutzt.

Definition der Oberflächenrauhigkeit:

Geometrisch kann das Oberflächenprofil nach de V R I E S als aus drei separaten Profilen bestehend betrachtet werden. Man bezeichnet diese als das Formprofil, das Wellenprofil und das Rauhigkeitsprofil. Für die Untersuchungen der Zahnoberfläche interessieren Wellenprofil und Rauhigkeitsprofil.

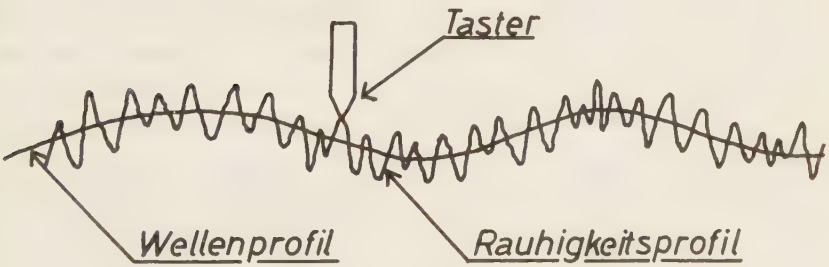

Abb. 1: Wellenprofil = Makrostruktur
Rauhigkeitsprofil = Mikrostruktur

Das Wellenprofil entspricht den mittleren Unregelmäßigkeiten der Schmelzoberfläche (Makrostruktur), während das Rauhigkeitsprofil die Mikrostruktur darstellt (Abb.1). Es wird mit einer Saphirnadel (Spitzenradius 10 μ) abgetastet und aufgezeichnet (s.umseitig).

Die Rauhtiefe:
Die Rauhtiefe = Rt ist die Entfernung zwischen Lh (Hüllinie) und Lg (Grundlinie). Mathematisch definiert:

$$Rt = y\ max$$

Lm = Mittellinie, innerhalb der Bezugsstrecke identisch mit dem Wellenprofil.

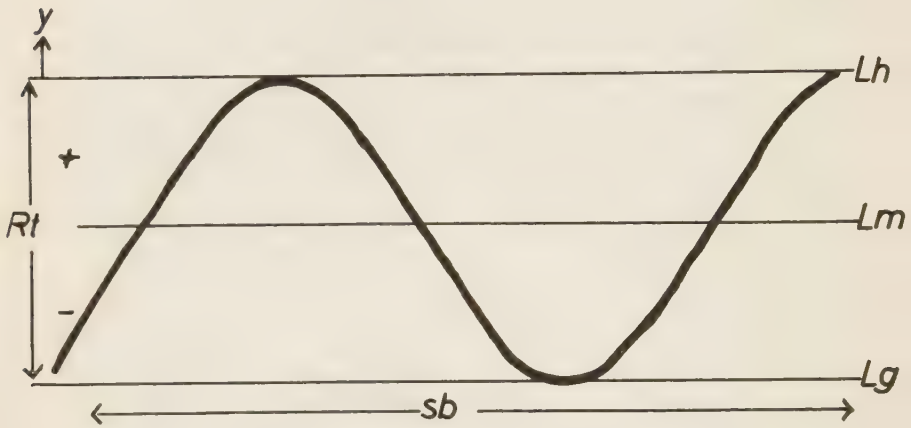

Abb. 2: Rt = Rauhtiefe stellt die Entfernung zwischen Lh (Hüllinie) und Lg (Grundlinie) dar.
Lm = Mittellinie.

Die mittlere Rauhtiefe ist definiert durch den Abstand der Mittellinie Lm von der Grundlinie Lg (Abb.2).

$$Rm = \frac{\sum y}{n} = \frac{1}{sb} \int_0^{sb} y \cdot dx$$

Die Bestimmung der mittleren Rauhtiefe ist bei den nachfolgenden Untersuchungen nicht möglich, da es sich um

unregelmäßgie Kurven handelt. Zur Feststellung der Rauhtiefe wurde die Strecke vom Fußpunkt bis zum höchsten Ausschlagspunkt gemessen. Zur Errechnung der Entfernung der einzelnen Zacken voneinander wurder die Strecken von einem Maximalausschlag zum anderen bestimmt.

Prinzipielle Arbeitsweise des Gerätes:

Die Oberfläche wird mit einer Saphir - bzw. Diamantnadel abgetastet. In einem elektrmechanischen Wandlersystem werden die Nadelbewegungen in elektrische Spannungen umgewandelt. Diese sind der Tastnadelbewegung direkt proportional. Diese elektrischen Spannungen werden verstärkt und einem Schreibsystem zugeführt. Dieses zeichnet das gemessene Oberflächenprofil sofort formgetreu in dem gewählten Vergrößerungsmaßstab auf einen schwarzen Papierstreifen, der eine weiße, wachsartige Kunststoffschicht trägt (Hellige - Kontrast - Papier). Das Papierband wird mit konstanter Geschwindigkeit an der Schreibernadel vorbeigezogen. Die Nadel hat eine elektrisch geheizte Spitze, welche während des Aufzeichnens die Kunststoffschicht abschmelzt. Dadurch wird der schwarze Untergrund des Papieres sichtbar, und es ergibt sich eine sehr scharfe schwarze Schrift auf dem weißen Registrierstreifen.

In dem vorderen beweglich gelagerten Teil befindet sich das Meßsystem. Die Nadel liegt auf der Oberfläche des abzutastenden Körpers mit einem Druck, der kleiner als o,1 g ist. Damit wird eine Beschädigung der Oberfläche vermieden. Der Spitzenradius der Nadel beträgt 10 μ. Der Taster ist äußerst erschütterungsempfindlich. Die Messungen wurden deshalb in einem ruhigen, abgelegenen Raum durchgeführt.

Die Tasternadel wird durch einen ölhydraulischen Vorschub mit konstanter Geschwindigkeit über die Oberfläche bewegt.

Die Vertikalvergrößerung ist mit Hilfe eines Meßbereichumschalters in 6 Stufen umschaltbar:

Meßbereich µ	Vertikalvergrößerung	30 mm Schreibbreite entsprechen einer Rauhtiefe von
0-100	300- fach	100 µ
0- 30	1000- fach	30 µ
0- 10	3000- fach	10 µ
0- 3	10000- fach	3 µ
0- 1	30000- fach	1 µ
0-0,3	100000- fach	0,3 µ

Die Horizontalvergrößerung ist abhängig von der Papiergeschwindigkeit. Für die nachfolgenden Versuche wurde der Meßbereich 0 - 30 µ und ein Papiervorschub von 10 mm pro sec. eingestellt, der einer 20-fachen horizontalen Vergrößerung entspricht.

Bei dem auszutastenden Objekt muß darauf geachtet werden, daß es möglichst eben ist. Die Saphirnadel muß frei auf der Oberfläche des Objektes liegen. Der Arm der Nadel darf an keiner Stelle berühren.

Die Messungen:

An jedem Objekt wurden 10 Messungen auf Meßstrecken von je 2 mm vorgenommen, die parallel zueinander lagen. Jede Meßstrecke gab 2-4 gut meßbare Perikymatien wieder. Aus diesen wurde der Mittelwert errechnet. Zur genauen Einstellung besitzt das Gerät ein Stativ, auf dem der Prüfkörper fixiert wird. Der Auflageteller kann bis zu 1/100 mm genau parallel zur Auflagefläche verschoben werden. So können die Messungen an jedem Objekt in gleichen Abständen voneinander durchgeführt werden.

2. Abdruckmethode.

Um die Schmelzoberfläche möglichst naturgetreu wiederzugeben, wurden bei 16 ungefähr gleichaltrigen Versuchsper-

sonen Palavit - G^{R} - Abdrücke von der labialen Fläche des mittleren oberen Schneidezahns angefertigt. Dazu wurde der Patient so flach gelagert, daß die Labialflächen der oberen Schneidezähne möglichst waagrecht lagen. Nach Einlegen einer Watterolle in die Umschlagfalte wurde der Zahn mit Solesthin gereinigt und getrocknet, um eventuell vorhandene Beläge, die das Ergebnis beeinträchtigen würden, zu beseitigen.

Dann wurde ein Pinsel in Palavit-Flüssigkeit getränkt und mit Pulver bestreut, so daß der Abdruckkunststoff in flüssiger Konsistenz auf den Zahn aufgetragen werden konnte. Während des Erhärtens wurde der nach cervical gerichtete Teil des Abdrucks markiert. Nach 3 Minuten ließ sich der erstarrte Abdruck abheben.

Vorversuche hatten ergeben, daß teigig angemischtes und dann aufgetragenes Palavit-G^{R} ziemlich ungenaue Abdrücke lieferte, die durch Luftblasen zusätzlich noch die Meßergebnisse verwirrten.

Die Abdrücke wurden möglichst klein gehalten (durchschnittlicher Durchmesser: 3-4 mm), damit kein zu großer Abschnitt der natürlichen Wölbung des Zahnes erfaßt wird. Andernfalls schlägt die Tasternadel so stark aus, daß die verfügbare Schreibbreite überschritten wird.

Abb. 3:

Lokalisation des Abdruckes mit Palavit-G^{R}

Die Abdrücke wurden auf der mittleren Fläche des Schneidezahnes genommen, da dort die Wölbung am geringsten ist (Abb.3). Anschließend wurden die Ränder geglättet und die Abdrücke in kleinen Gipsblöckchen fixiert, um sie auf dem Auflageteller des Meßtisches einspannen zu können.

3. Untersuchung auf Karies

Alle Versuchspersonen wurden klinisch auf Karies untersucht. Es wurde die Anzahl der kariösen, gefüllten und extrahierten Zähne gezählt (DMF). Ein kariöser und gefüllter Zahn wurde als eine Einheit gerechnet. Die Weisheitszähne wurden nicht mitgezählt (Tab.I.).

4. Vergleichende Untersuchungen

Um vergleichende Untersuchungen anzustellen, wurden die Abdrücke auch unter der binocularen Lupe mit Meßokular bei 40-facher Vergrößerung betrachtet. Das Objekt wurde seitlich beleuchtet, bis das Oberflächenbild plastisch erschien.

Bei einer Versuchsperson wurde vergleichsweise ein Abdruck nach der Replica-Methode (W O L F 1940) angefertigt und bei 128-facher Vergrößerung photographiert.(vgl.Abb.7). Diese Abdrücke eignen sich nicht zum Abtasten mit dem Profilographen. Die Tasternadel dringt in das Material ein und zerkratzt die Oberfläche des Abdrucks. Es würde deshalb ein Oberflächenprofil wiedergegeben, das nicht der Wirklichkeit entspricht.

Tabelle I:

Versuchs-personen Nr.	Name	Alter in Jahren	Karies-einheiten
1	H.Q.	24	19
2	D.B.	25	16
3	B.W.	28	10
4	W.B.	24	7
5	A.S.	35	0
6	U.L.	25	13
7	D.H.	25	19
8	I.E.	24	19
9	A.S.	25	15
10	A.P.	23	9
11	D.P.	22	11
12	D.S.	31	4
13	E.S.	27	16
14	G.T.	26	8
15	P.T.	23	9
16	J.M.	26	12

Tabelle I: Alter und Karieseinheiten (DMF-Zähne der Versuchspersonen.

IV. E r g e b n i s s e

Die Palavit-G^{R}-Abdrücke von 16 Versuchspersonen wurden mit dem Profilographen ausgetastet. An jedem Abdruck wurden 10 Messungen auf Meßstrecken von je 2 mm vorgenommen. Der Profilograph zeichnete pro Messung 2-4 Perikymatien auf, die für die Untersuchungen verwendet werden konnten (Abb.4 und 5). Aus diesen Einzelwerten wurden die Mittelwerte der Höhen der Perikymatien und ihre Entfernungen voneinander errechnet. Diese wurden den Karieseinheiten gegenübergestellt (Tab. II und III).

Die Entfernungen wurden anschließend mit der binocularen Lupe gemessen und mit den Ergebnissen des Profilographen verglichen (Tab.IV und Abb.6).

Tabelle II.

Versuchspersonen Nr.	Höhe der Perikymatien in µ			N	Karieseinheiten
	max.	min.	Mittelwert		
1	1,0	0,2	0,39	17	19
2	1,0	0,2	0,43	20	16
3	2,4	0,4	1,16	19	10
4	2,1	0,5	1,22	30	7
5	3,8	0,9	1,37	14	0
6	2,5	1,0	1,41	14	13
7	1,5	0,8	1,50	15	19
8	3,8	0,5	1,51	19	19
9	3,0	1,0	1,54	21	15
10	5,4	1,0	1,93	27	9
11	4,0	0,7	2,09	23	11
12	5,0	0,5	2,41	37	4
13	3,8	1,0	2,44	26	16
14	5,0	0,8	2,56	37	8
15	4,0	1,0	2,68	27	9
16	6,0	1,0	3,04	22	12

Tabelle II: Mittelwerte der Höhe der Perikymatien, nach der Größe geordnet, bei ungefähr gleichaltrigen Versuchspersonen in Gegenüberstellung zu den Karieseinheiten (Messungen mit dem Profilographen).
max. = Maximalwert der Einzelmessungen
min. = Minimalwert der Einzelmessungen
N = Anzahl der Einzelmessungen

Aus dieser Aufstellung der Meßergebnisse geht hervor, daß die Perikymatien individuell sehr unterschiedlich hoch sind, was mit dem rein optischen Eindruck (Beobachtungen mit dem bloßen Auge und unter der Lupe) übereinstimmt. Wenn der Profilograph geringe Höhenunterschiede aufzeichnete, waren auch unter der Lupe die typischen Wellenlinien kaum zu erkennen (Abb.5). Umgekehrt zeigte die Lupe ein ausgeprägt plastisches Bild, wenn die Registriernadel stärker ausschlug (Abb.4).

Nach Tabelle II ist eine Abhängigkeit der Karieshäufigkeit von der Perikymatienhöhe nicht festzustellen.

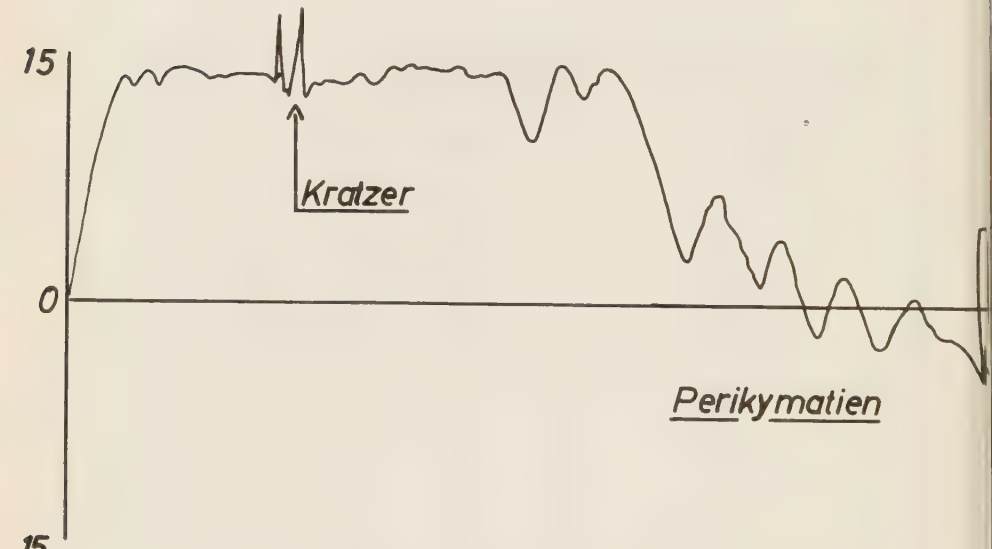

Abb. 4: Profilographische Wiedergabe einer Oberfläche die stark ausgeprägte Perikymatien aufzeichnet. (Versuchsperson 15)

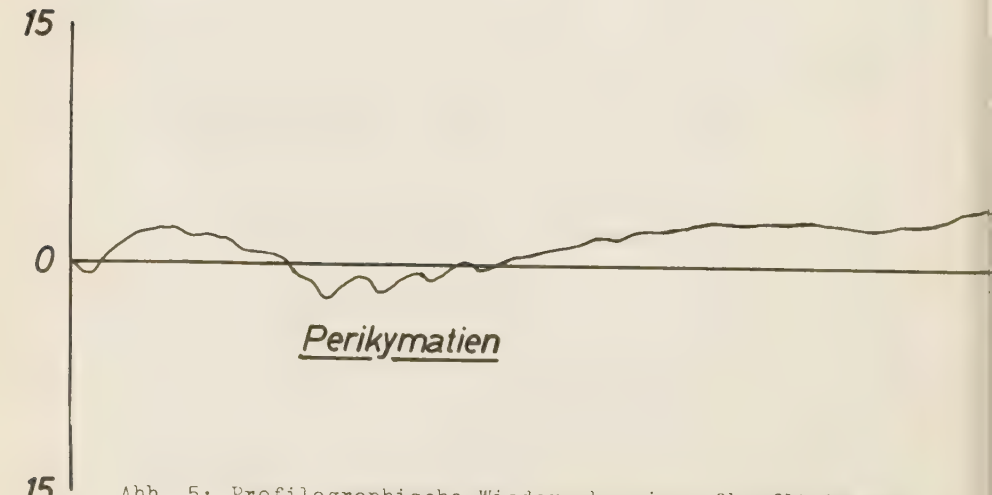

Abb. 5: Profilographische Wiedergabe einer Oberfläche mit schwach ausgeprägten Perikymatien. (Versuchsperson 7)

Tabelle III.

Versuchs-personen Nr.	Entfernung der Perikymatien voneinander in mm			N	Karies-einheiten
	max.	min.	Mittelwert		
3	0,13	0,06	0,09	7	10
14	0,12	0,06	0,09	8	8
8	0,12	0,07	0,10	9	19
2	0,14	0,07	0,10	8	16
16	0,18	0,07	0,11	13	12
5	0,12	0,09	0,11	8	0
10	0,18	0,09	0,12	15	9
9	0,18	0,07	0,13	16	15
1	0,18	0,07	0,13	11	19
6	0,21	0,08	0,13	7	13
11	0,21	0,09	0,13	11	16
12	0,21	0,08	0,13	13	4
15	0,21	0,07	0,13	16	9
7	0,21	0,09	0,14	8	19
13	0,23	0,07	0,15	14	16
4	0,23	0,08	0,15	9	7

Tabelle III: Mittelwerte der Entfernung der Perikymatien voneinander, der Größe nach geordnet (Messungen mit dem Profilographen), verglichen mit den Karieseinheiten.
max. = Maximalwert der Einzelmessungen
min. = Minimalwert der Einzelmessungen
N = Anzahl der Einzelmessungen

Auch die Entfernungen der Perikymatien voneinander sind, wie die Tabelle III zeigt, individuell verschieden. Sie weichen aber nicht so stark voneinander ab, wie die Höhen.

Die Anzahl der Einzelwerte ist hier geringer, da die Darstellung mehrerer gut meßbarer nebeneinander liegender Perikymatien schwierig ist.

Nach Tabelle III ist auch hier kein Zusammenhang mit der Karieshäufigkeit festzustellen.

Tabelle IV.

Versuchspersonen Nr.	Entfernung der Perikymatien voneinander in mm. Profilograph	Entfernung der Perikymatien voneinander in mm. Lupe
3	0,09	0,09
14	0,09	0,10
8	0,10	0,12
2	0,10	0,12
16	0,11	0,12
5	0,11	0,12
10	0,12	0,11
9	0,13	0,11
1	0,13	0,11
6	0,13	0,13
11	0,13	0,11
$1\overline{2}$	0,13	0,13
15	0,13	0,15
7	0,14	0,15
13	0,15	0,15
4	0,15	0,16

Tabelle IV: Mittelwerte der Messungen am Profilographen verglichen mit den Messungen unter der binocularen Lupe.

Die Messungen mit der binocularen Lupe ergeben, wie aus Tabelle IV und Abbildung 6 (s.S.19) hervorgeht, ähnliche Zahlen wie die Messungen mit dem Profilographen. Es muß dabei berücksichtigt werden, daß die Lupe ungenauere Ergebnisse liefert, da es sich um ein plastisches Bild handelt. Je nach Lichteinfall und Lage des Abdrucks ändern sich die Werte. Dennoch ist bei der gleichen Anordnung

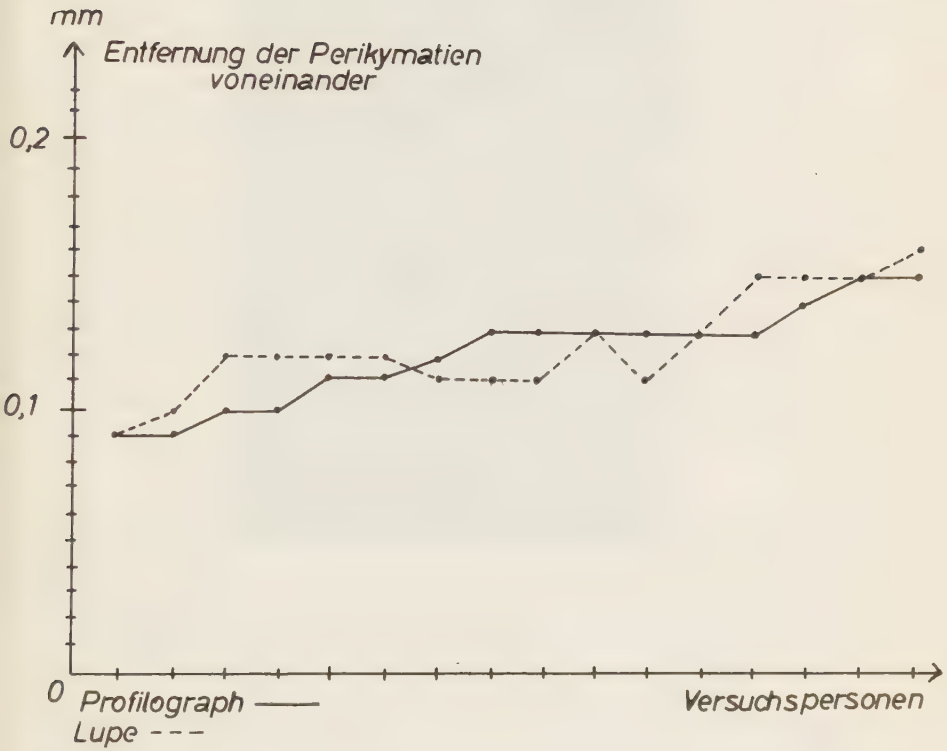

Abb. 6: Graphische Darstellung der in Tabelle IV enthaltenen Werte.

der Abdrücke wie bei den profilographischen Messungen ein Ansteigen der Werte festzustellen. Abbildung 6 stellt die Meßergebnisse graphisch dar.

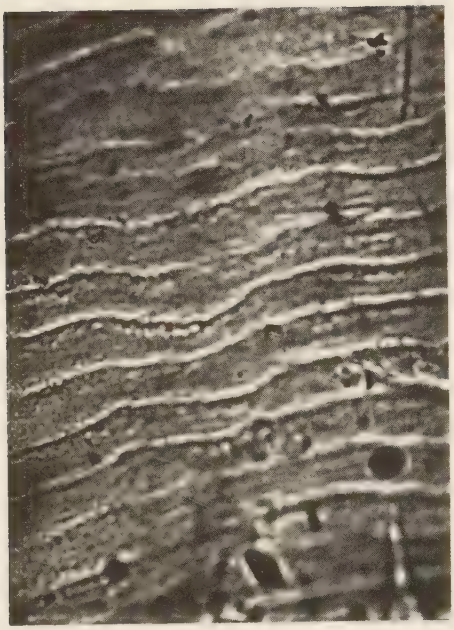

Abb. 7: 128 fach vergrößerter Abdruck nach der Raplica-Methode, bei durchfallendem Licht photographiert. Der obere Bildrand weist nach cervical.

Abbildung 7 zeigt das Photo eines Abdruckes nach der Replica-Methode. Es handelt sich um den rechten oberen Schneidezahn der Versuchsperson 3. Messungen an Hand des Photos ergaben eine durchschnittliche Entfernung der Perikymatien voneinander von 0,07 mm. Die Messungen mit dem Profilographen zeigten in diesem Fall einen Wert von 0,085 mm, die mit der Lupe 0,940 mm. Dabei ist zu berücksichtigen, daß nicht immer an genau derselben Stelle gemessen wurde und daß, wie die Photographie sehr deutlich erkennen läßt, die einzelnen Perikymatien nicht parallel, sondern unregelmäßig wellenförmig zueinander versetzt verlaufen.

V. Diskussion der Ergebnisse

Die Werte der Tabelle II lassen erkennen, daß die Höhen der Perikymatien individuell sehr unterschiedlich sind. Bei den optischen Untersuchungen konnte das gleiche festgestellt werden. Manche Schmelzoberflächen ergaben sich als absolut glatt, während andere ein ausgeprägtes Profil zeigten.

Die Entfernung der Perikymatien voneinander schwankt bei den einzelnen Versuchspersonen nicht so stark (Tab.III). Dennoch ist ein maximaler Unterschied um das Doppelte zu erkennen. Das kann dadurch beeinflußt sein, daß die Tasternadel nicht bei jedem Abdruck exakt an der vergleichbaren Stelle aufgesetzt werden konnte, sondern womöglich um wenige mm mehr nach incisal oder cervical verschoben wurde.

Die Abdrücke wurden immer auf dem mittleren Drittel der labialen Zahnfläche genommen, sodaß weder die Zahnhals- noch die Schneidekantenregion als Extreme erfaßt wurden.

Abgesehen von diesen vermutlich geringen Fehlerquellen sind bemerkenswerte individuelle Unterschiede vorhanden, da die vergleichenden Meßergebnisse nach Betrachtung unter der binocularen Lupe Ergebnisse lieferten, die nur unbedeutend von denen des Profilographen abweichen. Sie sind zudem ungenauer, da die Entfernungen je nach Einfall des Lichtes und Lage des Abdrucks unterschiedlich erscheinen. Sie zeigen jedoch bei gleicher Anordnung der Abdrücke ebenfalls ansteigende Zahlenwerte (Abb.6).

Demnach erscheint die Deutung zulässig, daß die vorliegenden Untersuchungen keinen Zusammenhang zwischen der individuellen Karieshäufigkeit einerseits und der Höhe der Perikymatien andererseits erkennen lassen (Tab.II und III).

Die Schmelzoberfläche ist nach dem Durchbruch des Zahnes den verschiedensten exogenen Einflüssen ausgesetzt. Dazu

gehört, das Oberflächenrelief betreffend, bei den Schneidezähnen hauptsächlich das Zähneputzen. Die Einwirkung abrasiver Nahrung ist dagegen an der labialen Fläche geringer einzuschätzen. Dagegen können Säuren aus Nahrungsmitteln die Oberfläche eher verändern.

Es ist deshalb wahrscheinlich, daß man nicht mehr das ursprüngliche Relief, das nach dem Zahndurchbruck vorhanden war, vorfindet. Folglich ändert sich auch im Laufe des Lebens die Höhe der Perikymatien, worauf das negative Ergebnis der Prüfung der Beziehungen zur individuellen Karieshäufigkeit zurückgeführt werden kann.

Ursprünglich stark ausgeprägte und zahlreiche Perikymatien, die als Ausdruck minderer Mineralisationszonen aufgefaßt werden dürfen, sind demnach später nicht mehr mit der wünschenswerten Sicherheit vorzufinden. Unter diesen Umständen muß man also feststellen, daß vor allem die Höhe der Perikymatien eines Zahnes, der schon 15-20 Jahre exogenen Einflüssen ausgesetzt war, keinen sicheren Anhaltspunkt für die Kariesanfälligkeit gibt.

Fehlerquellen beim Abtasten der Oberfläche mit dem Profilographen.

Wenn der Palavit-G^{R}-Abdruck nicht parallel zum Führungsteller gelagert ist, kann die von der Nadel aufgezeichnete Kurve leicht verzerrt werden.

Weiterhin können Blasen das Ergebnis ungenau machen. Durch die Untersuchung mit der binocularen Lupe konnten solche Abdrücke jedoch mit großer Sicherheit ausgeschaltet werden.

Kratzer auf der Schmelzoberfläche ergeben Kurven bzw. Zacken in der entgegengesetzten Richtung wie die Perikymatien und sind deshalb gut zu erkennen (vgl. Abb.4).

Vergleich mit Ergebnissen früherer Veröffentlichungen:

P I C K E R I L L beobachtete, daß die Entfernung der Perikymatien voneinander am Zahnhals ungefähr 0,01 mm, auf der Fläche 0,1 mm beträgt.

Auf den Darstellungen der Replicas von W O L F läßt sich am Zahnhals ein Wert von ungefähr 0,06 mm und auf der Fläche von 0,09 mm feststellen.

Die Abbildungen von M A N N E R B E R G zeigen durchschnittliche Werte von 0,08 - 0,1 mm.

Die Werte liegen etwas unter den in dieser Arbeit gemessenen, weil für Replicas meistens Zähne verwendet werden, die besonders viele Perikymatien aufweisen.

Um nochmals einen Vergleich zu erhalten, wurde bei Versuchsperson 3 ein Abdruck nach der Replica-Methode genommen. Er ergibt für die Entfernung der Perikymatien voneinander einen Wert von 0,07 mm. Dieser liegt um 0,01-0,02 mm unter den entsprechenden Messungen mit dem Profilographen und der binocularen Lupe, was auf die Lokalisation der Messungen zurückzuführen ist, da die Perikymatien in ungleichmäßigen Abständen verlaufen.

Im Rahmen der Untersuchungen ergab sich weiterhin die Frage, in welchem zeitlichen Abstand die Perikymatien im Laufe der Entwicklung eines oberen Schneidezahnes entstehen.

Nach M E Y E R sind die R E T Z I U S'schen Streifen stärker hervortretende Querstreifen der Schmelzprismen. Die Querstreifen entsprechen einer Ruhepause in der Verkalkung. Sie liegen einen Tag Entwicklungszeit auseinander. So entspricht der Ruhezustand vermutlich dem Tag-Nacht-Rhythmus.

Eine Schneidezahnkrone hat eine durchschnittliche Länge von 10 mm (E I D M A N N). Auf 1 mm kommen durchschnittlich 9 Perikymatien (errechnet aus Tab. III).

Die Angaben über die gesammte Entwicklungszeit einer Schneidezahnkrone sind unterschiedlich:

C A R L S O N	- 4 Jahre
W A N N E N M A C H E R	- 5 Jahre
M E Y E R	- 4 Jahre
E I D M A N N	- $3^1/4$ Jahre
S C H O U R	- 4 - 5 Jahre

Das ergibt einen durchschnittlichen Wert von 4-5 Jahren. 10 mm (Länge der Schneidezahnkrone) werden also in 4-5 Jahren verkalkt. Bei 4 Jahren ergäbe das für 1 mm 146 Tage.

Wenn auf 1 mm 9 Perikymatien kommen, entspricht das einem zeitlichen Abstand von 16 Tagen.

Berücksichtigt man den schalenförmigen, nahe der Schneidekante eher zur Oberfläche parallelen Verlauf der R E T Z I U S-Streifen und berechnet man auf gleiche Weise nur die cervical gelegenen 2/3 der Zahnkrone, so ergibt sich eine zeitliche Distanz zwischen zwei Perikymatien von ca. 14 Tagen. Diese Berechnungen wie auch die Angaben der Entwicklungszeit der Schneidezahnkrone sind aber sehr unsicher, sodaß der zeitliche Abstand der Perikymatien vorläufig mit allem notwendigen Vorbehalt auf etwa 2-3 Wochen geschätzt werden darf.

Wie die Querstreifung der Schmelzprismen vielleicht einem Tag-Nacht-Rhythmus unterliegt, scheint die Ausbildung der R E T Z I U S'schen Streifen und der damit zusammenhängenden Perikymatien einem noch unbekannten Rhythmus von 2-3 Wochen zu entsprechen.

VI. Zusammenfassung

An 16 Versuchspersonen wurde die Schmelzoberfläche mit Hilfe von Rauhtiefenmessungen auf Kunststoffabdrücken untersucht. Wellen- und Feinprofil wurden mit einem Profilographen (Dr. Förster - Reutlingen) aufgezeichnet und hinsichtlich der Perikymatien ausgewertet. Zum Vergleich wurden diese anatomischen Eigenheiten der Schmelzoberfläche optisch mit einer binocularen Lupe betrachtet und vermessen. Die Ergebnisse wurden in individuellen Karieshäufigkeit gegenübergestellt.

Die Untersuchungen ergaben:

1. Die Höhe der Perikymatien ist individuell sehr unterschiedlich. Es wurden Werte zwischen 0,2 und 6 µ gemessen.

2. Zwischen der individuellen Karieshäufigkeit und der individuellen durchschnittlichen Höhe der Perikymatien ist ein Zusammenhang nicht erkennbar. Es wird diskutiert, daß die Perikymatien nach Durchbruch des Zahnes in der Mundhöhle sekundär und vermutlich individuell unterschiedlich im Sinne einer Einebnung beeinflußt werden.

3. Der Abstand der Perikymatien ist, von den Eigenarten der Zahnentwicklung abhängig, im cervicalen Anteil der Zahnkrone geringer als incisal.

4. Bei möglichst vergleichbaren Meßstellen (mittleres Drittel der labialen Schneidezahnfläche) ergeben sich individuelle Unterschiede zwischen 0,06 und 0,23 mm Abstand von einem Wellenberg zum anderen.

5. Auch der individuelle durchschnittliche Abstand der Perikymatien läßt im Vergleich zur Karieshäufigkeit keine Gesetzmäßigkeiten erkennen.

6. Durchschnittlich finden sich 9 Perikymatien innerhalb eines Millimeters der untersuchten Schmelzoberfläche. In Beziehung zur annähernd bekannten Entwicklungszeit der Schneidezahnkrone von ca. 4-5 Jahren läßt sich mit Vorbehalt schätzen, daß die Perikymatien in einem Rhythmus von etwa 2-3 Wochen entstehen.

VII. Schrifttum

CARLSON, H. — Studie über Geschwindigkeit und Ausmaß des Durchbruchs bestimmter menschlicher Zähne. Amer.J.Orthodont. 3, 575 (1944).

EIDMANN, H. — Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. Hermann Meusser, Berlin 1923, S.136.

HAASE, H.; KRÖNCKE, A. und UEBEL, H. — Tierexperimentelle Untersuchungen zur Prophylaxe von Verkalkungsstörungen der Zahnhartsubstanzen. Arzneimittelforschung 11, 362-366, 476-484 (1961).

HEUSER, H. — Das Initialstadium der Karies vom oberflächenhistologischen Standpunkt aus gesehen. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 7, 1187-1197 (1952).

HEUSER, H. — Die Struktur des menschlichen Zahnschmelzes im oberflächenhisologischen Bild (Replica-Technik). Arch.oral Biol., 4, 50-58 (1961).

MANNERBERG, F. — Appearance of tooth surface as observed in shadowed replicas. Odontologisk Revy, 11, Suppl.6 (1960).

MEYER, W. — Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen, 2.Auflg. Carl Hanser, München 1951, S. 13-16.

ORBAN, B.J. — Oral Histology and Embryology. 4. Auflg., The C.V.Mosby Company, St. Louis 1957, S. 67-69.

PEDERSEN, P.O. und SCOTT, D.B. — Replica studies of the surfaces of teeth from Alaskan eskimos, West-Greenland natives and American whites. Acta odont. scand. 9, 262 (1951).

PREISWERK, G. Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde. 2.Auflg., J.F.Lehmann, München 1908, S.68.

SCHOUR. J. Noyes'Oral Histology and Embryology. 7.Auflg. Henry Kimpton, London 1953.

SCOTT, D.B. Microscopic studies of dental tissues. II. Optical microscopy of tooth surfaces. Oral Surg. Path. Med. 5, 638 (1952).

WANNENMACHER, E. Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde. Band 2, 2.Auflg. J.A. Barth, Leipzig 1952.

WOLF, J. Plastische Histologie der Zahngewebe. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferhk. 5, 265-284 (1940)

L e b e n s l a u f

Am 6.10.1938 wurde ich, Helga Traub, geb. Quarck, als Tochter des technischen Kaufmanns Karl Quarck und seiner Ehefrau Maria, geb. Lindenborn, in Köln geboren.

1944 wurde ich in Mehlem/Rh. eingeschult. 1957 legte ich die Reifeprüfung im Neusprachlichen Mädchengymnasium in Moers/Ndrh. ab.

Im WS 1957/58 begann ich mit dem Studium der Naturwissenschaften an der Universität Bonn. Im SS 1958 wechselte ich das Studienfach und studierte Zahnmedizin an der Universität Tübingen. Nach 5 vorklinischen Semestern legte ich im Herbst 1960 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Das 6. Fachsemester belegte ich an der Universität Bonn. Vom SS 1961 bis zum WS 1962/63 studierte ich wieder an der Universität Tübingen.

Nach 5 klinischen Semestern bestand ich dort im Sommer 1963 das Staatsexamen.

Am 25. Juni 1963 erhielt ich die Approbation als Zahnärztin.

Seit 1. November 1963 bin ich als Assistentin in einer Kassenpraxis in Herrenberg tätig.

Fotodruck Frau Elly HUTH Tübingen